



Триста пятьдесят футов под килем

Роб ван Россам

На глубине 350 футов лежала погибшая АПЛ «Курск». За горечью этой трагедии на второй план отошли технические аспекты уникальной операции по подъёму атомного судна, но только благодаря им стало возможным отдать последний долг погибшему экипажу. Спустя время малоизвестные подробности этой операции предаются широкой гласности. Данная статья поступила в редакцию от голландской компании Raster, которая принимала участие в подъёме АПЛ «Курск». Описывается система автоматизации подъёмников, одной из главных задач которой была компенсация вертикальной качки.

От редакции

Неадаптированный перевод на русский язык, выполненный голландской стороной, и принятая за рубежом сжатая форма изложения с преобладанием гуманитарной составляющей привели редакцию к решению сопроводить статью своими комментариями. Основой для них послужили сведения, полученные в процессе общения и переписки с сотрудниками компании Raster.

Самым уязвимым местом в проекте подъёма АПЛ «Курск» считались именно тросы: в условиях вертикальной качки нагрузка на них резко возрастает, а завершающая стадия операции планировалась на конец октября, когда начинался сезон штормов. Памятна была история разрыва толстого капронового каната при попытке поднять спасательную камеру АПЛ «Комсомолец» в 1997 году. В силу этих причин был выбран трос, фактически являющийся связкой из 54 стальных тросов особой конструкции, и применена система компенсации вертикальной качки, управляемая компьютерами и использующая в качестве исполнительного оборудования пневморегулируемые опоры (телескопические цилиндры) подъёмников.

С помощью системы управления, помимо этого, решались задачи сбора и обработки данных с подводных датчиков (очень большое значение придавалось точному позиционированию баржи «Giant 4» перед подъёмом и положению АПЛ во время подъёма), управления вспомогательным оборудованием, а также визуализации контролируемых процессов, архивирования информации и сигнализации сред-

ствами SCADA-системы IRIS (Raster). Учитывая условия применения, система управления строилась на базе промышленных компьютеров IPC-610 (Advantech). Все компьютеры были охвачены резервированной сетью Ethernet, обмен с контроллерами производился по протоколу ModBus+. Высокая надёжность системы управления достигалась и тем, что каждому компьютеру были доступны данные со всех контроллеров и каждый контроллер мог связаться с любым компьютером.

На этапе подготовки операции использовалась симуляционная (моделирующая) программа (компания IgH), которая позволила не только понять суть многих предстоящих проблем, но и обучить операторов. Во время операции эта программа оказала помощь в принятии оперативных решений.

Из соображений радиационной безопасности во время подъёма АПЛ судно «Мауо», на котором был развёрнут командный центр операции и располагалась станция визуального наблюдения, должно было удалиться от баржи «Giant 4» на расстояние не менее 8 км. Из-за этого возникла проблема обмена информацией, которая была решена средствами беспроводного Ethernet. По этому же каналу передавалась информация с подводных видеокамер, в результате операторы могли пользоваться не только экранными формами SCADA-системы, но и «живым» изображением.

Всё остальное Вы узнаете из самой статьи.

В августе 2000 года затонула русская подводная лодка «Курск».

Помощь в подъёме судна оказала голландская компания Mammoet.

Свою значимую лепту внесла также компания Raster, занимающаяся промышленной автоматизацией. Надо сказать, фирма Mammoet не зря сотрудничала с этим маленьким предприятием.

Подъёмники на море

«Штормовые волны стали причиной непропорциональной нагрузки подъёмного троса, который из-за этого мог повредиться», — вспоминает Ян Деккер, совладелец и директор Raster. Деккер рассказывает: «Хорошей идеей Mammoet было использование на судне «Giant 4» стренговых подъёмников (strand jacks) — гидравлических поднимающих устройств (Smit International) грузоподъёмностью 886 тонн каждое, установленных на телескопических пневматических цилиндрах (gas cylinders) диаметром 360 мм и с длиной хода 3000 мм, которые служат для компенсации качки. Мы решали задачу регулирования положения этих цилиндров, что и было успешно выполнено.» Далее это описывается более подробно.

Вызов

В конце июля 2001 года мы получили задание, которое надо было выполнить уже к середине августа — концу сентября; в крайнем случае, к концу октября все работы должны были завершиться.

Вот такое жёсткое условие!

Отдыхать некогда: за три недели надо было подготовить 29 ПЛК (PLC), 5 ин-



Подъемно-транспортная баржа «Giant 4»

дустриальных ПК (IPC) с мониторами, действующей сетью и другими комплекующими.

Компенсация вертикальной качки

За пять тщательных проверок мы исследовали прочность связок подъемного троса (стрендов) на каждом из двадцати шести гидравлических подъемников. Мы должны были обеспечить возможность динамического регулирования в определенном диапазоне давления газа в пневматических цилиндрах. Сила натяжения тросов устанавливалась через газовое давление в цилиндрах.

Примечательно, что допускалась вертикальная качка «Giant 4» только до 2 метров. К счастью, большие размеры судна (150×36 метров) способствовали существенному уменьшению качки. Поэтому даже сильные волны не приводили к отрицательным последствиям.

Дополнительное давление в цилиндрах создавалось с помощью специального запаса жидкого азота из газовых

баллонов, размещенных на палубе. Однако не все эти ёмкости использовались для автоматического регулирования давления. Небольшая часть (2 контейнера по 128 баллонов) предназначалась для регулирования вручную.

Для снижения риска сбоев на многие компоненты системы компенсации вертикальной качки было распространено двойное резервирование.

Автоматизация

Компания Mammoet пожелала, чтобы все задействованные автономные системы контроля и управления были связаны между собой.

Совладелец Raster Роб Китс рассказывает, что первоначально готовность сети для системы автоматизации подъемников была в критическом состоянии. Пришлось принимать срочные меры.

При сбое одного из IPC вся система должна оставаться готовой к работе, поэтому все IPC были снабжены специальными картами для организации дополнительных (избыточных) сетевых связей. В результате каждый из 26 операторов мог работать с любым компьютером через свой локальный PLC. Два центральных оператора были призваны следить за всем процессом и архивированием поступающих данных. С частотой 10 Гц производилось обновление информации на экране



Стренговые подъемники на борту «Giant 4»

дисплея, благодаря чему центральный оператор получал представление о текущих изменениях.

Важная информация, которая могла повлиять на перемещение «Курска», была получена при отрыве лодки от грунта. Во время подъема прикладываемая величина подъемной силы находилась вне сферы влияния операторов. Они должны были только реагировать на изменения, но не активно управлять. Превышения максимально допустимой величины подъемной силы визуализировались красным цветом на диаграмме мнемосхемы.

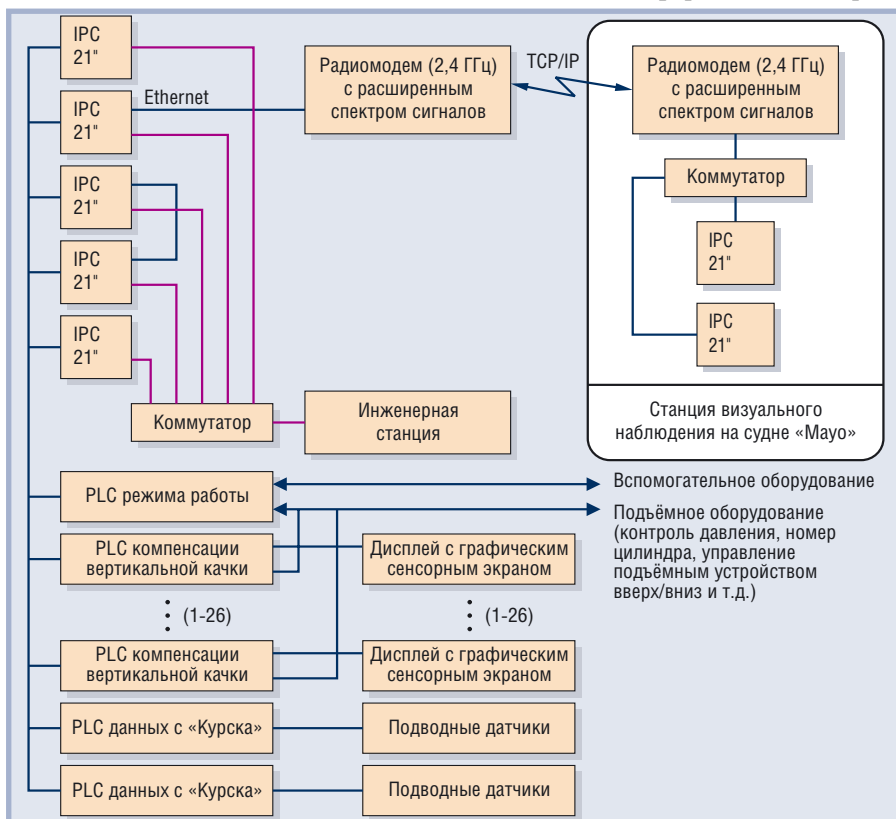
Уже упомянутая сеть системы автоматизации подъемников соединяла локальные контроллеры с пятью центральными компьютерами IPC-610 компании Advantech. Параллельно работающая симуляционная программа немецкой инженерной компании IgH дала возможность не только прогнозировать появление неожиданных заманок в ходе операции, но и тестировать определенные действия на предмет возможных последствий. На основе беспроводного Ethernet стало возможным использовать симуляционную программу с данными, поступающими в реальном масштабе времени.

Прикладное программное обеспечение системы реализовано на языке Delphi.

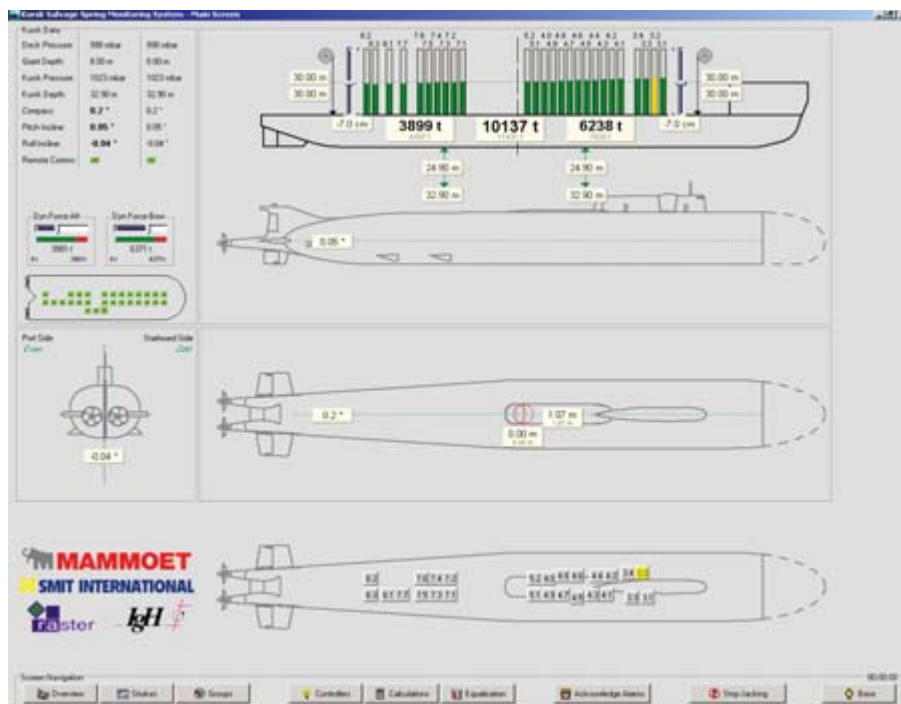
Система получала исходные данные не только от двадцати шести гидравлических подъемных устройств, но и от двух станций, установленных на «Курске» для измерения глубины, а также определения магнитного азимута лодки и положения её центральной оси относительно горизонтали (поворот и наклон). Длина выпущенного подъемного троса контролировалась в восьми точках. На завершающем этапе подъема контроль движения осуществлялся с помощью сонара.

Отдельные дополнения

Компания Mammoet использовала систему компенсации вертикальной



Структура системы автоматизации подъемников



Главная мнемосхема

качки также и для вспомогательных тросов. Из-за относительно небольшой нагрузки на них в этом случае были задействованы только два пневматических цилиндра вместо четырёх, отводимых для подъёмного троса.

Суда, принимающие участие в опера-

ции, находились на удалении нескольких километров. С учётом этого Р. Китс разработал две программы дистанционного мониторинга. Связь осуществлялась посредством беспроводного Ethernet через спутниковые антенны, и всё это работало просто отлично.

На основе протокола TCP/IP обычной Интернет-технологии и упомянутой сети Ethernet было сделано так, что информация, поступающая с подводных видеокамер, была доступна в виде отчётливого изображения не только наблюдателям на судне «Мауо», но и операторам на барже «Giant 4».

По мнению Яна Деккера и Роба Китса, операция прошла успешно во многом благодаря энергичности и смекалостности её участников. Большую роль сыграл и опыт, что проявилось при реализации обработки и отображения получаемых данных, обмена сообщениями внутри системы автоматизации, дистанционного управления и мониторинга с помощью Интернет-технологии. В результате компании Raster удалось совместить творческое начало и надёжность в своём подходе к решению задачи создания представленной системы автоматизации. ●

Компания Raster Industrial Automation B.V.

Телефон: (+31-487) 57-2719

Факс: (+31-487) 57-3394

Перевод Юлии Качановой (Julia Kachanova)